

충주시 계명산 일대의 양서 · 파충류상 및 생태연구

심재한 · 이상철 · 송재영*

한국 양서 · 파충류 생태연구소 · 경기대학교 생물학과*

Herpetofauna and Ecological Research at the Mt. Gyemyeong, Chungju-si

SHIM Jae Han, Sang Cheol LEE and Jae Young SONG*

Ecological Research Institute of Korean Herpetofauna-Department, of Biology, Gyeonggi University*

ABSTRACT

The purpose of this survey was to evaluate herpetofauna including the confirmation of distribution and habitats. And ecological research for the conservation and management at the Mt. Gyeomyeong, Chungju.

The results are as follows :

1. During censuses periods Amphibians and Reptiles specimens collected and observed from the Mt. Gyeomyeong were classified 2 Orders, 5 Families, 5 Genera, 9 Species and 1 Order, 3 Families, 6 Genera, 9 Species respectively. On the whole 3 Orders, 8 Families, 11 Genera, 18 Species and 142 Individuals were recorded in this survey.

2. Among 18 species, Protected species was not recorded. Meanwhile, *Hyla japonica* was commonly founded all survey sites(5%). Also, *Rana rugosa* was founded Julgol and Eolim bridge, *Rana nigromaculata* was collected 5 survey sites exclusionly survey headquater point. *Bombina orientalis* and *Dinodion rufozonatus rufozonatus* were observed only Julgol and *Takydromus wolteri* was Kungokjae wetland. Among 9 species amphibians, *Hyla japonica* and *Hynobius leechii* were dominant species(23%) and next were *Rana dybowskii*(21%) and *Rana nigromaculata*(14%), respectively.

3. Compared to Mt. Chungdung Herpetofauna of the Mt. Gyeomyeong was less than species number(2 species). On the other hand, Mt. Chungdung and Mt. Nam was same as the Mt. Gyeomyeong. *Rana rugosa*, *Rana nigromaculata*, *Rana amurensis coreana*, *Rana dybowskii*, *Hyla japonica*, *Bombina orientalis*, *Hynobius leechii*, *Bufo bufo gargarizans*, *Takydromus amurensis*, *Elaphe dione*, *Elaphe rufodorsata*, *Rhabdohhis tigrinus tigrinus*, *Dinodon rufozonatus rufozonatus*, *Agkistrodon brevicaudus* and

Agkistrodon ussuriensis(68%) at the 3 survey areas commonly founded species. So, similarity index of 3 survey areas was 68%. Only founded at Mt. Nam were *Rana catesbeiana*(Exotic species) and *Elaphe schrenckii*(Endangered species), Meanwhile only founded at Mt. Chungdung was *Kaloula borealis*.

4. Species richness and diversity were $R' = 3.4303$ and $D' = 2.3744$. These data showed lower than biodiversity index of Mt. Chungdung and Mt. Nam. Therefore, Mt. Gyeomyeong herpetofauna was theoretically simple and unstable population structure compared with other adjacent survey areas.

5. In the estimation of appearance frequency, very high(V.A:very abundant,①) was *Hyla japonica* (5%). (A,B:abundant,②) was *Takydromus amurensis*(5%). And (C,O:common,③) were *Rana rugosa*, *Rana amurensis coreana*, *Hynobius leechii*, *Bufo bufo gargarizans*, *Elaphe dione*, *Agkistrodon ussuriensis*, *Agkistrodon brevicaudus*(44%). On the other hand, *Rana huanrenensis*, *Bombina orientalis*, *Takydromus wolteri*, *Dinodon rufozonatus rufozonatus* and *Amphiesma vibakari ruthveni* were rare(R.A,⑤)(27%). So, Herpetofauna population density and abundance of Mt. Gyeomyeong was very scanty.

Key words : Mt. Biodiversity, Chungju, Gyeomyeong, Herpetofauna

서 론

최근 생물종 보전에 대한 공감대는 하나의 국가단위차원이건 지구차원이건 형성되어지고 있으나 아직도 개발위주의 경제논리와 보전목표와 전략적 개념의 부재 등으로 그 실효성을 충분히 확보하고 있지 못하고 있다. 따라서 앞으로 우리가 해야 할 일은 보전의 대상이 무엇이고 그 가치를 어떻게 평가하며 보전의 우선순위는 무엇인가? 무슨 이유로 어떻게 보전해야만 하는가? 등에 대한 해답을 찾는 것이다. 본 조사지역인 충주 계명산(775m)은 소백산맥의 지맥의 하나로 행정구역상 충청북도 충주시 종민동, 용탄동, 안립동과 연수동에 속한다. 서측으로는 충주호와 인접해 있으며, 북측으로는 남한강과 연계되어 있으며, 531번 지방도로가 남·서·북의 방향으로 감싸고 있다. 지금까지 본 지역에 대한 종합적인 학술조사는 없었으며, 단지 인근의 충주 남산(심, 2001)과 천등산(심과 이, 2003)에 대한 조사가 이루어진 바 있다. 본 조사·연구의 목적은 정밀한 양서·파충류상과 서식지에 대한 생물최소서식공간(biotope)의 역할의 중대성을 제공하여, 생물다양성 증진을 위한 기초자료로 이용되는 것이며, 2000년 5월 24일 ~ 25일 개인적으로 계명산 일대를 조사한 결과와 본 학술조사기간에 도출된 결과를 종합하여, 계명산의 생물다양성 현황과 특성을 분석하여 보전 및 관리방안을 제시하고자 수행되었다.

조사일정 및 지역

충주 계명산의 조사지역은 6개 지역으로 2000년 5월에 2회 그리고 본 조사기간에 4회 총 6회에 걸쳐 조사를 실시하였다.

1. 2000년 5월 24일 : 숙소 → 종민동 → 어림교 → 약말

2. 2000년 5월 25일 : 숙소 → 마지막재 → 약밭
3. 2003년 6월 16일 : 숙소 → 종민동 → 절골(용골)
4. 2003년 6월 17일 : 숙소 → 금곡계 → 어림교 일대
5. 2003년 6월 18일 : 숙소 → 약밭
6. 2003년 6월 19일 : 종민동 → 금곡계 → 어림교 → 약밭

조사지 개황

계명산 일대에서 양서·파충류 조사지역은 6개 지역을 선정하여 조사를 수행하였으며, 6개 조사지역의 전반적인 개황은 Table 1 과 같다.

Table 1. The status of survey sites at each survey route.




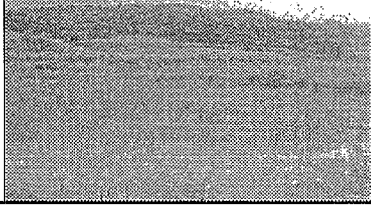


Survey sites	Status	Characteristics
(A) · Headquater point		· This area was survey headquater point. An orchard and Chungju lake were located at the northeast lower position.
(B) · Jongmindong		· Valley circumference situated at the cultivated field and valley was dried.
(C) · Julgol (Yonggol)		· Small stream was run down. Rice field, farming land(cultivated field) and orchard were situated.
(D) · Kumgokjae		· This sites was small wetland (Kumgokjae). And rice field, farming land(cultivated field) and orchard were situated.

Table 1. Continued

(E) · Eolim Bridge		· Riparian circumference rice field, farming land(cultivated field) and orchard were situated. And riparian was formed concrete wall.
(F) · Yakmal		· Several vinyl house facility was constructed and circumference was hill and grass land. Small creek was located at the left site.

※ Detail survey route map refer to an appendix.

조사 및 분석방법

1. 조사방법

1) 직접확인 방법

(1) 무미 양서류(Salientia)

無尾目(개구리類)은 조사대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동중인 개체와 바위틈 혹은 하천, 수로 계곡 그리고 저습지 주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집하였다.

(2) 유미 양서류(Caudata)

有尾目(도롱뇽類)의 도롱뇽과 꼬리치레도롱뇽은 물이 흐르는 하천 유속의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작

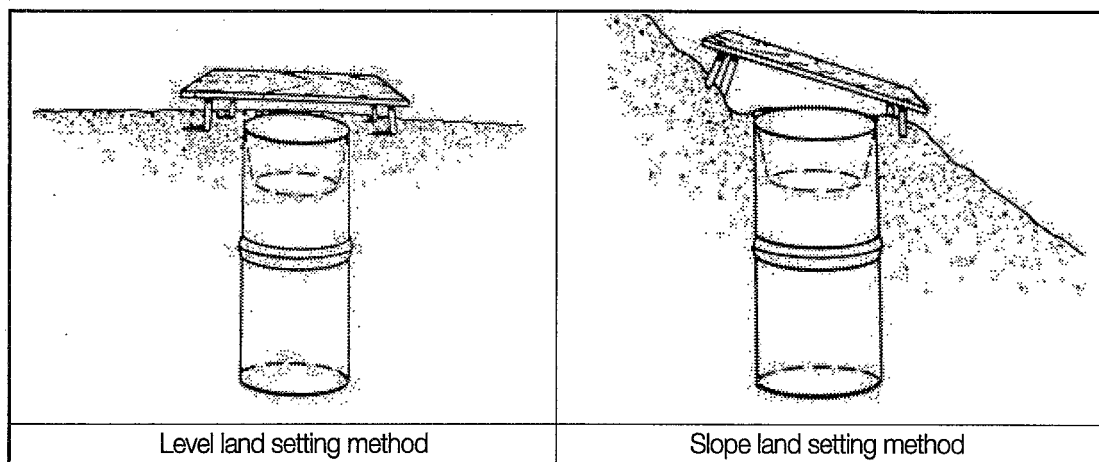


Fig. 1. Pitfall trap collection method for caudata.

은 바위를 들추어 유생을 확인하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용하고, 성체는 활엽수림이 있는 음지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인하였다. 한편 야간에는 곤충채집용 Pitfall trap을 설치한 후 trap에 빠진 유미 양서류를 확인하였다 (Fig. 1).

(3) 파충류

① 장지뱀(도마뱀)류

목정발, 초지 주변, 하천변과 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인하거나, 도로변에 이동중인 개체는 곤충채집용 포충망을 이용하여 채집하였다.

② 뱀류

뱀류(蛇類)는 저지대의 임연부일대, 목정발 주변에서 뱀집개와 포충망을 이용하여 채집하고, 석축, 돌담, 경작지, 돌밭, 스프레트 밭을 들추어 확인하였다.

③ 거북류

호수, 연못, 용수로, 하천 등지에서 활동하는 개체를 쌍안경(Nikon 10×40 5.9°, 8×32 10°)을 사용하여 확인하였다.

2) 간접확인 방법

(1) 무미 양서류 울음소리(Call)

양서류(개구리類)는 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로기 때문에 울음소리로 종을 식별하였다.

(2) 파충류 흔적(Slough)

파충류 중에서 뱀류(蛇類)는 성장을 하면서 영양상태가 양호하면 수시로 허물을 벗게된다. 그래서 자상 태에서 뱀들이 탈피한 허물을 수거하여 종의 서식 유·무를 확인하였다.

(3) 청문조사(Questionnaire method)

조사 기간 중에 채집 및 관찰이 불가능하였던 종들에 대해서는 백과 심(1999)의 뱀(지성자연사박물관 ①)과 심(2001a, 2001b)을 이용하여 인근 주민을 대상으로 청문을 통하여 종의 서식을 확인하였다.

2. 분석방법

1) 생물상조사

(1) 현지조사

본 조사지역에서 채집 및 확인된 양서·파충류의 종목록과 개체수를 작성하고, 법적보호종, 희소종 등이 출현한 지점을 분석하여 서식처의 특이성을 조사하고, 서식처와 조사대상지와의 상호관계를 분석하였다.

(2) 기존문헌 결과 비교·분석

계명산과 인접한 충주 남산과 천등산에서 확인된 양서·파충류상과 본 조사대상지에서 확인된 양서·파충

류상을 비교·분석하였다.

2) 법적보호종의 실태, 위협요인 및 대책

확인된 법적보호종 혹은 희소종에 대하여 주변 서식 환경을 분석하여 종의 서식에 위협을 가하는 요인과 관리방안 등을 분석·제시하였다.

3) 생물학적 표본추출법에 의한 생태측정

모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 밀도(density), 우점도(dominant), 상대밀도(relative density), 종다양도(biodiversity), 생체량(biomass) 등이 있으며, 이들 측정값으로 다른 중요한 생태측정을 하게 된다. 각 조사 지역별로 채집 및 확인된 종들에 대하여 매 조사때마다 개체수를 기록하여 정량적인 방법을 도입하여 생태측정을 하였다.

(1) 우점도(Dominance Index : D.I) : 각 조사 지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다 (McNaughton, 1967).

$$D.I = n_i/N$$

D.I : 우점도 지수, N : 총개체수, n_i : 제 i 번째 종의 개체수

(2) 종다양도(Biodiversity Index : D') : Margalef(1968)의 정보이론(Information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다.

$$D' = - \sum P_i (\ln P_i)$$

D' : 다양도, S : 전체 종수, P_i : i 번째에 속하는 개체수의 비율(n_i/N)로 계산

(N : 군집내의 전체 개체수, n_i : 각 종의 개체수)

(3) 종균등도(Evenness Index : E') : 종균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E' = D'/\ln(S), \quad E' : \text{균등도}, \quad D' : \text{다양도}, \quad S : \text{전체 종수}$$

(4) 종풍부도(Richness Index : R') : 종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$R' = (S-1)/\ln(N), \quad R' : \text{풍부도}, \quad S : \text{전체 종수}, \quad N : \text{총 개체수}$$

4) 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징

채집 및 확인된 양서류·파충류에 대한 생태학적인 특징과 생활양식을 Toft(1980)의 방법에 의하여 정리하였다.

5) 위협도평가

확인된 양서·파충류 전종에 대하여 확인종이 기타의 지역에서는 풍부 혹은 희소하나, 본 조사지역에서는 어느 정도의 출현빈도를 보이고 있음을 각 조사지역별로 확인하기 위하여 Patton(1992)의 방법에 의하여 각 조사지점별로 전체 확인종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률 그리고 풍부도와 위협도를 평가하였다.

6) 분포도 작성

자연생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도(Ecological and environmental map)로서 25km²의 국가격자체계(National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도(Biotope mapping)가 일반화 되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존·관리하는 데 유용한 공간적 정보는 행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편 양서·파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill(1997)이 채집 및 확인하거나 출현가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다. 본 연구에서 양서·파충류에 대한 분포도는 매회 관찰되거나 채집되는 종의 위치에서 좌표를 기록하여 수평적인 종 분포상황을 분석하였고, 1:50,000지도상에 심(1997a, 1997b)의 평가기준에 따라 구별하였다.

조사결과 및 고찰

1. 유형별 채집 및 확인 개체수

본 조사기간 중 계명산 일대 6개 조사지점에서 채집 및 관찰된 양서·파충류의 유형별 전체 확인 개체수는 Table 2와 같다. Table 2에서 양서류는 5과 5속 9종 115개체, 파충류는 3과 6속 9종 27개체로, 총 8과 11속 18종 142개체를 확인하였다. 확인된 18종 중에서 환경부 법적보호종은 확인되지 않았다. 6개 조사지역 중에서 절골(용골) 일대가 15종으로 가장 많은 종이 확인되었으며, 종민동 일대가 3종으로 가장 적은 종이 확인되었다. 이러한 원인은 절골 일대는 수계와 경작지, 야산 등의 다양한 생태계를 보유하고 있었으며, 종민동 일대는 가파른 계곡을 따라 주변에 양서류와 파충류가 서식하기에 불리한 서식환경조건을 형성하였기 때문이라 판단된다. 한편 청개구리는 6개 지역에서 공히 발견되는 종이였다(5%). 또한 움개구리는 절골과 어림교 일대에서, 참개구리는 속소를 제외한 전지역에서, 산개구리는 종민동을 제외한 전지역에서, 무당개구리와 능구렁이는 절골에서만, 줄장지뱀은 급곡제 일대에서만, 대륙유혈목이는 약말 일대에서만 발견되는 종이였다.

특이한 것은 약말 일대의 작은 계곡 수로에서 도롱뇽이 집단으로 번식하고 있음이 확인되어 이 일대의 계곡에 대한 수자원과 서식처 관리가 필요할 것으로 사료된다. 양서류 우점종은 청개구리와 도롱뇽으로

23%의 우점도를 나타내었고, 다음은 산개구리로 21%, 그리고 참개구리로 14%의 우점을 나타내었다. 파충류는 아무르장지뱀이 우점을 하였고, 다음은 유혈목이와 누룩뱀이었다.

Table 2. Individuals of amphibians and reptiles collected and observed from 6 survey sites.

No.	Family	Genus	Species		Number of individuals						
			Scientific name	Korean name	1	2	3	4	5	6	Total
1	Ranidae	Rana	Rana rugosa	옴개구리	-	-	3	-	2	-	5
			Rana nigromaculata	참개구리	-	1	6	3	3	1	16
			Rana a. coreana	아무르산개구리	-	-	2	3	2	-	7
			Rana dybowskii	산개구리	2	-	14	3	3	2	24
			Rana huanrenensis	계곡개구리	-	-	1	-	-	-	1
2	Hylidae	Hyla	Hyla japonica	창개구리	3	5	6	3	2	8	27
3	Discoglossidae	Bombina	Bombina orientalis	무당개구리	-	-	4	-	-	-	4
4	Hynobiidae	Hynobius	Hynobius leechii	도롱뇽	-	-	4	-	-	23	27
5	Bufonidae	Bufo	Bufo bufo gargarizans	두꺼비	3	-	1	-	-	-	4
6	Lacertiliidae	Takydromus	Takydromus amurensis	아무르장지뱀	1	-	3	2	1	-	7
			Takydromus wolteri	줄장지뱀	-	-	-	1	-	-	1
7	Colubridae	Elaphe	Elaphe dione	누룩뱀	1	-	2	1	-	-	4
			Elaphe rufodorsata	무자치	-	-	1	1	-	-	2
		Rhabdophis	Rhabdophis t. tigrinus	유혈목이	-	1	1	1	1	1	5
		Amphiesma	Amphiesma v. ruthveni	대륙유혈목이	-	-	-	-	-	1	1
		Dinodone	Dinodon r. rufozonatus	능구렁이	-	-	1	-	-	-	1
8	Viperidae	Agkistrodon	Agkistrodon brevicaudus	살모사	-	-	1	1	-	1	3
			Agkistrodon ussuriensis	쇠살모사1	-	-	-	1	1	-	3
8 Families		11 Genera	18 Species		6 sp.	3 sp.	15 sp.	11 sp.	8 sp.	7 sp.	142Ind.

※1:Survey headquarter sites, 2:Jongmindong, 3:Julgol(Younggol), 4:Kumgokjae 5:Eolim bridge, 6:Yakmal

The Herpetofauna at the 6 survey sites

Class 1. Amphibians(兩棲綱)

Order 1. Caudata(有尾目)

Family 1. Hynobiidae(도롱뇽科)

1. *Hynobius leechii* (Boulenger) 도롱뇽

질골(16,VI. 성체 3개체), 약탈(16,VI. 성체 4개체, 유생 19개체)

Order 2. Salientia(無尾目)

Family 2. Discoglossidae(무당개구리과)

2. *Bombina orientalis* (Boulenger) 무당개구리

절골(16,VI. 성체 4개체)

Family 3. Hylidae(청개구리과)

3. *Hyla japonica* Günther 청개구리

숙소(16,VI. 울음소리 3개체), 종민동(19,VI. 성체 5개체), 절골(16,VI. 성체 6개체)

금곡제(17,VI. 울음소리 3개체), 어림교(17,VI. 성체 2개체), 약말(19,VI. 성체 8개체)

Family 4. Bufonidae(두꺼비과)

4. *Bufo bufo gargarizans* Cantor 두꺼비

숙소(16,VI. 성체 3개체), 절골(16,VI. 성체 1개체)

Family 5. Ranidae(개구리과)

5. *Rana nigromaculata* Hallowell 참개구리

종민동(16,VI. 성체 1개체), 절골(16,VI. 성체 6개체), 금곡제(19,VI. 성체 3개체)

어림교(17,VI. 성체 3개체), 약말(18,VI. 성체 1개체)

6. *Rana dybowskii* Günther 산개구리

숙소(16,VI. 성체 2개체), 절골(16,VI. 성체 14개체), 금곡제(17,VI. 성체 3개체)

어림교(17,VI. 성체 3개체), 약말(18,VI. 성체 2개체)

7. *Rana rugosa* Temminck & Schlegel 움개구리

절골(16,VI. 성체 3개체), 어림교(17,VI. 성체 2개체)

8. *Rana huanrenensis* Fei, Ye & Huang 계곡산개구리

절골(16,VI. 성체 1개체)

9. *Rana amurensis coreana* Okada 아무르산개구리

절골(16,VI. 성체 2개체), 금곡제(17,VI. 성체 3개체), 어림교(17,VI. 성체 2개체)

Class 1. Reptiles(爬蟲綱)

Order 1. Squamata(有鱗目)

Suborder 1. Lacertilia(도마뱀亞目)

Family 1. Lacertilidae(장지뱀과)

1. *Takydromus amurensis* Peters 아무르장지뱀

숙소(17,VI. 성체 1개체), 절골(16,VI. 성체 3개체), 금곡제(17,VI. 성체 2개체)

어림교(17,VI. 성체 1개체)

2. *Takydromus wolteri* Fisher 줄장지뱀
금곡제(17,VI, 성체 1개체)

Suborder 2. Serpentes(뱀亞目)

Family 2. Colubridae(뱀科)

3. *Elaphe dione* (Pallas) 누룩뱀
숙소(17,VI, 성체 1개체), 절골(16,VI, 성체 2개체), 금곡제(17,VI, 성체 1개체)
4. *Elaphe rufodorsata* (Cantor) 무자치
절골(16,VI, 성체 1개체), 금곡제(17,VI, 성체 1개체)
5. *Dinodon rufozonatus rufozonatus* (Cantor) 능구렁이
절골(16,VI, 성체 1개체)
6. *Rhabdophis tigrinus tigrinus* (Boie) 유혈목이
종민동(16,VI, 성체 1개체), 절골(16,VI, 성체 1개체), 금곡제(17,VI, 성체 1개체)
어림교(17,VI, 성체 1개체), 약탈(18,VI, 성체 1개체)
7. *Amphiesma vibakari ruthveni* (Van Denburgh) 대륙유혈목이
약탈(18,VI, 성체 1개체)

Family 3. Viperidae(살모사科)

8. *Agkistoddon brevicaudus* Stejneger 살모사
절골(16,VI, 성체 1개체), 금곡제(17,VI, 성체 1개체), 약탈(18,VI, 성체 1개체)
9. *Agkistrodon ussuriensis* (Emelianov) 쇠살모사
숙소(16,VI, 성체 1개체), 금곡제(17,VI, 성체 1개체), 어림교(17,VI, 성체 1개체)

2. 기존문헌 결과 비교 · 분석

충주 계명산 일대와 인접한 충주 남산과 천등산의 양서·파충류상과 본 조사결과를 비교한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Comparison of herpetofauna with adjacent survey areas.

No.	Family	Genus	Species		Comparison			
			Scientific name	Korean name	Mt. Chundung	Mt. Nam	Mt. Gyeongyeong	Memark
1	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>Rana rugosa</i>	움개구리	●	●	●	
			<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	●	●	●	
			<i>Rana a. coreana</i>	아무르산개구리	●	●	●	
			<i>Rana dybowskii</i>	산개구리	●	●	●	
			<i>Rana huanrenensis</i>	계곡개구리	●	-	●	

Table 3. Continued

			<i>Rana catesbeiana</i>	황소개구리	-	●	-	·Exotic
2	Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	●	●	●	
3	Discoglossidae	<i>Bombina</i>	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	●	●	●	
4	Microhylidae	<i>Kaloula</i>	<i>Kaloula borealis</i>	맹꽁이	●	-	-	·Protected
5	Hynobiidae	<i>Hynobius</i>	<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽	●	●	●	
6	Bufonidae	<i>Bufo</i>	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	●	●	●	
7	Lacertilidae	<i>Takydromus</i>	<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	●	●	●	
			<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	●	-	●	
8	Colubridae	<i>Elaphe</i>	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	●	●	●	
			<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	-	●	-	·Endangered
			<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	●	●	●	
		<i>Rhabdophis</i>	<i>Rhabdophis t. tigrinus</i>	유혈목이	●	●	●	
		<i>Amphiesma</i>	<i>Amphiesma v. ruthveni</i>	대륙유혈목이	●	-	●	
		<i>Dinodone</i>	<i>Dinodon r. rufozonatus</i>	능구렁이	●	●	●	
9	Viperidae	<i>Agkistrodon</i>	<i>Agkistrodon brevicaudus</i>	살모사	●	●	●	
			<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사	●	●	●	
			<i>Agkistrodon saxatilis</i>	까치살모사	●	●	-	·Protected
9 Families		12 Genera	22 Species		20 sp.	18 sp.	18 sp.	

충주 남산과 천등산의 양서·파충류상과 본 조사지역인 계명산을 비교하여 보면 중수에 있어서는 천등산 보다는 계명산이 18종으로 2종이 적었으며, 충주 남산과는 동일한 수준이었다. 3개 지역에서 공통으로 확인된 종들은 움개구리, 참개구리, 아무르산개구리, 산개구리, 청개구리, 무당개구리, 도롱뇽, 두꺼비, 아무르장지뱀, 누룩뱀, 무자치, 유혈목이, 능구렁이, 살모사 그리고 쇠살모사 등 15종(68%)이었다. 한편 황소개구리(외래도입종)와 구렁이(멸종위기종)는 남산일대에서, 맹꽁이(보호종)는 천등산에서만 발견되는 종이였다.

3. 생물다양도 지수분석

계명산 일대 6개 조사지역에서 확인된 양서·파충류 18종 142개체에 대하여 생물다양도지수를 산출하여 다른지역과 비교한 결과는 Table 4와 같다.

높은 종다양도(high species diversity)는 같거나 거의 같은 종들이 매우 풍부하게 존재할 경우에 나타나는 정량적인 수치이며, 매우 복잡한 군집을 나타낸다고 볼 수 있다. 또한 종다양도가 높게 나타난 것은 Energy이동, 먹이망(food chain), 포식관계 경쟁(competition), 지위분배(ecological niche) 등을 포함한다. Table 4에서 종풍부도 지수는 $R' = 3.4303$ 으로 충주 천등산과 남산에 비하면 낮았으며, 종다양도 지수도 $D' = 2.3744$ 로 역시 낮게 나타났다. 그러므로 계명산지역의 양서·파충류상과 개체군의 상호작용이 충주지역의 다른 지역보다는 이론적으로 단순하고, 또한 군집의 구성성분이 불안정한 구조를 가지고 있다고 판단된다. 한편 서식환경과의 연계성을 고려할 때 계명산은 충주호를 끼고 둘러싸여 있는 급경사면의 산지형으

로 양서·파충류가 서식할 수 있는 수환경과 초지 그리고 야산의 저지대형의 산림구조가 부족한 실정이어
서 나타난 결과라고 추정할 수 있다.

Table 4. Biodiversity indices analysis at the Mt. Gyeomyeong and the other survey regions.

Region \ Index	Richness(R')	Diversity(D')	Evenness(E')	References
Mt. Gaeybang	R'=1.9629	D'=1.7327	E'=0.7525	심(1996)
Mt. Jumbong	R'=3.0596	D'=1.6808	E'=0.5520	정과 권(1997)
Mt. Chiri National Park	R'=4.0697	D'=2.286	E'=0.6898	심 등(1997)
Mt. Odae National Park	R'=3.3380	D'=1.5890	E'=0.5219	심 등(1998)
Mt. Nam Chungju	R'=4.1031	D'=2.5792	E'=0.8923	심(2001c)
Mt. Chungdung Chungju	R'=3.7345	D'=2.5523	E'=0.8520	심과 이(2003)
Mt. Gyeomyeong	R'=3.4303	D'=2.3744	E'=0.8214	Present study

4. 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징

생태학적인 특징과 생활 양식을 Toft(1980)의 방법에 의하여 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인
특징과 이에 대한 다양성 현황을 분석한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에서 계명산 일대에서 양서·파충류
의 생물다양성이 높은 서식처 유형은 계곡, 습지, 혼효림, 논·밭(경작지) 그리고 목밭 등으로 나타났다. 그
러므로 이러한 생태환경 지형은 가급적 존치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

Table 5. Species distribution and ecological characteristics according to the habitat patterns.

habitat patterns		Species	Diversity degree
Large scale	Small scale		
Water condition	River(Stream)	· <i>Rana rugosa</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	②
	Lake(Pond)	· <i>Rana rugosa</i>	③
	Rain puddle	· <i>Bombina orientalis</i>	③
	Rice field ditch	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i> , <i>Rana amurensis coreana</i>	①
	Valley	· <i>Bombina orientalis</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Rana huanrenensis</i>	①
	Creek		
	Spring(Seep)	· <i>Bombina orientalis</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Rana huanrenensis</i>	②
Forest	Wetland(Swamp)	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Rana amurensis coreana</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	①
	Conifer tree	-	-
	Broad-leaved tree	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hynobius leechii</i> , <i>Takydromus amurensis</i>	②
		· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hynobius leechii</i> ,	

Table 5. Continued

	Miscellaneous tree	<i>Takydromus amurensis</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	①
Plain	Rice field Farming land (Cultivated field)	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Rana amurensis coreana</i> , <i>Rana dybowskii</i> , <i>Hyla japonica</i> , <i>Bombina orientalis</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Agkistrodon brevicaudus</i> , <i>Amphiesma vibakari ruthveni</i> , <i>Agkistrodon ussuriensis</i>	①
	Waste cultivated field	· <i>Hyla japonica</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Elaphe rufodorsata</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Agkistrodon brevicaudus</i> , <i>Agkistrodon ussuriensis</i> , <i>Takydromus amurensis</i> , <i>Takydromus wolteri</i> , <i>Amphiesma vibakari ruthveni</i>	①
	Low land grass land	· <i>Takydromus wolteri</i>	③
Road	Forest road	· <i>Bufo bufo gargarizans</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	③
	Climber road	· <i>Takydromus amurensis</i>	③
	Farming road	· <i>Rana nigromaculata</i> , <i>Elaphe dione</i> , <i>Dinodon rufozonatus rufozonatus</i> , <i>Rhabdophis tigrinus tigrinus</i>	②

※Diversity degree : ①(High: >4 species), ②(Middle: 2 species ~ 3 species) ③(Low: 0 species ~ 1 species)

5. 위협도 평가

양서·파충류 18종에 대하여 Patton(1992)의 방법에 의하여 6개 조사지역에서 각 조사지점별로 전체 확인 종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률 그리고 풍부도와 위협도를 평가한 결과는 (Table 6)과 같다. 관찰/시도가 100%가 되는 ①(V.A:매우풍부)종은 청개구리 1종(5%)이었고, ②(A.B:풍부)는 아무르산개구리 1종(5%) 그리고 ③(C.O:혼합)은 움개구리, 아무르산개구리, 도롱뇽, 두꺼비, 누룩뱀, 무자치, 살모사, 쇠살모사 등 8종(44%)를 차지하고 있었다. 한편 계곡산개구리, 무당개구리, 줄장지뱀, 대륙유혈목이, 능구렁이 등 5종은 ⑤(R.A:희소)로 27%를 차지하였다. 상기의 결과를 미루어보아 충주 계명산 일대의 양서·파충류상은 풍부 이상(51%)이 10%를 차지하고 있었고, 나머지는 빈약한 정도를 보여주고 있어, 개체군의 밀도는 상당히 낮은 것으로 밝혀졌다.

Table 6. Estimation of appearance frequency.

No.	Family	Genus	Species		Estimation of appearance frequency		
			Scientific name	Korean name	Obs./Try	Probability	Degree
1	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>Rana rugosa</i>	움개구리	2/6	33%	③
			<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	5/6	83%	①
			<i>Rana a. coreana</i>	아무르산개구리	3/6	50%	③
			<i>Rana dybowskii</i>	산개구리	5/6	83%	①
			<i>Rana huanrenensis</i>	계곡개구리	1/6	16%	⑤

Table 6. Continued

2	Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	6/6	100%	①
3	Discoglossidae	<i>Bombina</i>	<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리	1/6	16%	⑤
4	Hynobiidae	<i>Hynobius</i>	<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽	2/6	33%	③
5	Bufo	<i>Bufo</i>	<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	2/6	33%	③
6	Lacertilidae	<i>Takydromus</i>	<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	4/6	66%	②
			<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	1/6	16%	⑤
7	Colubridae	<i>Elaphe</i>	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	3/6	50%	③
			<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	2/6	33%	③
		<i>Rhabdophis</i>	<i>Rhabdophis t. tigrinus</i>	유혈목이	5/6	83%	①
		<i>Amphiesma</i>	<i>Amphiesma v. ruthveni</i>	대륙유혈목이	1/6	16%	⑤
		<i>Dinodone</i>	<i>Dinodon r. rufozonatus</i>	능구렁이	1/6	16%	⑤
8	Viperidae	<i>Agkistrodon</i>	<i>Agkistrodon brevicaudus</i>	살모사	3/6	50%	③
			<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사	3/6	50%	③
8 Families		11 Genera	18 Species				

※ ①V.A:Very abundant(71% ~ 100%) ②A.B:Abundant(51% ~ 70%) ③C.O:Common(31% ~ 50%)

④U.C:Uncommon(21% ~ 30%) ⑤R.A:Rare(10% ~ 20%) ⑥V.R:Very rare(< 10%)

6. 분포도 작성



자연생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 회귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도(Ecological and environmental map)로서 25km²의 국가격자체계(National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도(Biotope mapping)가 일반화 되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존·관리하는 데 유용한 공간적 정보는 행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편 양서·파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill(1997)이 채집 및 확인하거나 출현가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다. 본 연구에서 양서·파충류에 대한 분포도는 매회 관찰되거나 채집되는 종의 위치에서 좌표를 기록하여 수평적인 종 분포상황을 분석하였다(별첨 부록참조).

생물다양성증가를 위한 제언 및 관리방안

1. 주요종 및 중요서식처 관리방안

충주시 약말일대에 집단으로 번식하고 있는 도롱뇽에 대하여 서식처 유형 및 보호·관리방안 그리고 급속제 습지보전 대책은 다음과 같다.

Table 7. Habitat of the *Hynobius leechii* status and management plan of Kumgokjae wetland.

Species and important habitat	Habitat	Habitat status	Density	Management plan
<i>Hynobius leechii</i>		· Circumference was hill and grass land. And small creek was located at the left site.	10m × 10m (> 100 Ind.)	· Protected creek water condition. · Built-up small round pond (Biotop: Check Dam).
Kumgokjae wetland		· This sites was small wetland (Kumgokjae). And rice field, farming land (cultivated field) and orchard were situated.		· Construction Eco-study site. · Shut off agricultural medicine inflow to this wetland.

2. 하천 수량유지 및 양서류와 수서생물을 위한 계곡 Check Dam 설치

한 여름 홍수기를 제외하고, 거의 수량의 유지가 힘든 계명산의 계곡에는 호박돌 혹은 통나무를 이용한 체크댐을 설치하여 하천 수량을 유지함과 동시에 야생동물에게 물을 제공하고, 양서류의 산란장소 그리고 여러 종류의 수서곤충을 위한 배려가 있어야 한다 (Fig. 2, 3).

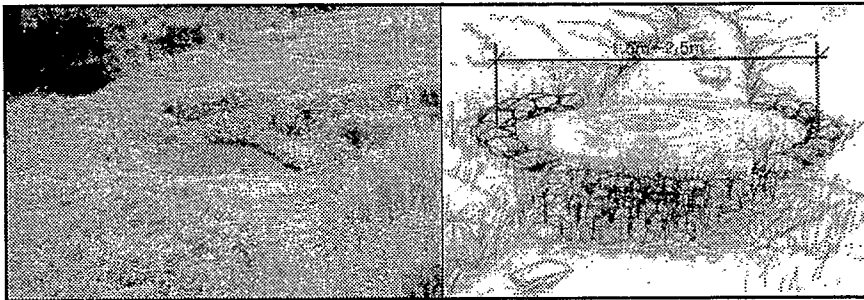


Fig. 2. Pattern of the check dam (Biotop).

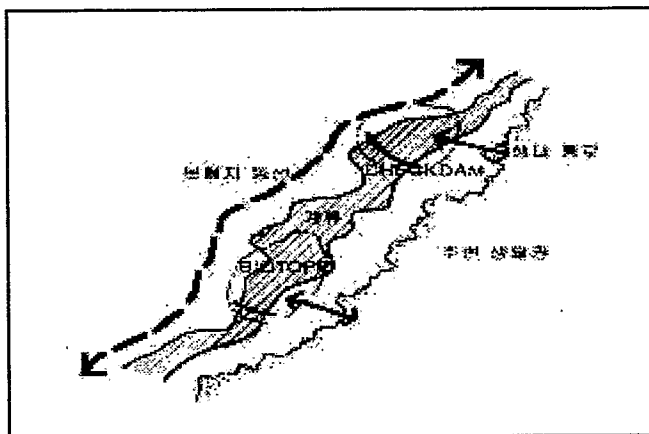


Fig. 3. Position of biotop and check dam.

3. 금곡제 진입부 콘크리트 배수로에 의한 양서·파충류 위험

금곡제 습지대로 진입하는 도로의 콘크리트 배수로는 양서·파충류가 빠지면 탈출하지 못하여 죽음을 당하는 경우가 생기게 된다. 그러므로 양서·파충류의 이동통로(생태배수로)를 조성하여야 할 것이다.

1) 도로 개설에 따른 이동통로 유형

생태이동통로 조성은 1차적으로 훼손된 자연지역의 복원이라는 측면에서 바라볼 수 있으며, 이를 다시 환경에 대한 영향의 측면에서 구분해 보면 그 정도에 따라서

- (1) 이전상태 그대로 복원
- (2) 원래상태와 유사한 상태로 복원
- (3) 새로운 조건을 형성하여 복원 등의 3단계로 구별할 수 있다.

2) 신설도로로 인하여 야생동물의 서식처 단절을 막기 위해서는 야생동물이 자유롭게 횡단할 수 있는 이동통로를 도로건설 단계에 조성하여야 하는데, 그 일반적인 형태는 다음과 같다.

- (1) 도로 밑 통로에 굴다리 설치
- (2) 배수용 홈관 설치시 동물 이동통로 고려
- (3) 횡단 다리 설치
- (4) 교량 하부에 동물이동 장소 조성
- (5) 양서·파충류 횡단 誘導路 조성

3) 이동통로 설치우선 순위

- (1) 도로 좌·우에 산지와 습지(논)가 단절되는 경우


Segmentation condition	Intimidation factor and plan
	<p>· After construction of road, cultivation land was divided into right and left. Therefore, must be built-up under pass type eco-corridor(Steel grating) for amphibian, reptiles and small mammalian.</p>

Fig. 4. Intimidation factor and plan.

- (2) 도로 좌·우에 습지(논)와 습지(논)가 단절되는 경우
- (3) 산림생태계 내의 계곡부위를 지나갈 때
- (4) 도로 좌·우에 경작지를 지남으로써 경작지가 단절되는 경우

상기의 4가지 형태로 도로가 조성될 때 도로 좌·우 배수로 설치에 따른 배수구조물에 소형동물과 양서·파충류의 이동통로를 설치하여야 한다.

4) 개선 방법

- (1) Under pass(Steel grating) 이동통로 조성

양서류의 경우 번식기에는 산란을 위하여 물을 찾아 모여드는 습성과 산란을 마치면 다시 육상으로 분산하는 분산압으로 인하여 도로를 통과하다 치명적인 장애를 당하게 된다. 그러므로 단절되는 구간이 좌·우 성토되는 부분이 없을 경우 Under pass하는 이동통로를 Steel grating형식으로 조성하여 주어야 한다.

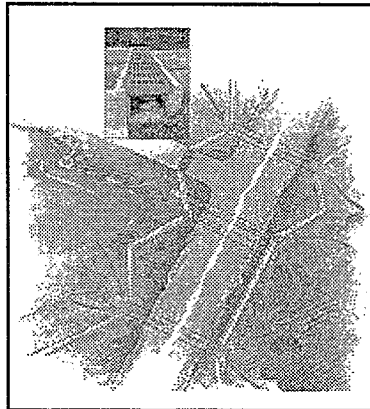


Fig. 5. Steel grating model.

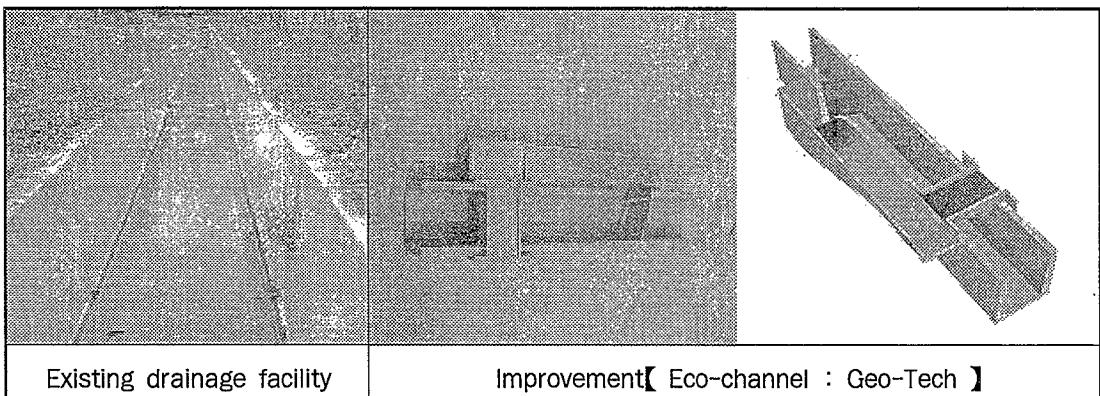


Fig. 6. Existing drainage facility and improvement to Eco-channel type drainage facility.

한편 중 배수로를 도로 양쪽에 설치할 경우 소형동물(소형 포유류, 양서·파충류)이 수로에 빠질 경우 탈출이 불가하여 고사될 우려가 있으므로, 다음과 같은 유형의 이동통로(Eco-channel)를 도로 바깥쪽으로 경사로(탈출로)를 설치하여야 한다. 수로관에 동물이 빠지게 되면 수로 안에서 최소(2m), 최대(6m)범위에서 방황하고, 배수도가 미끄러운 관계로 멀리 이동을 하지 않으므로 최소한 4m에 1개소씩 설치해야 한다. 상·하 50m(총 길이 100m), 좌·우(총 길이 100m)에 4m에 1개씩 총 25개씩(상·하, 좌·우 50개) 설치하여야 한다.

금곡제 습지대로 진입하는 도로부에는 배수를 위한 목적으로 만들어 놓은 U자 관로에 동물이 빠지게 되면 대형동물을 제외한 소형동물은 탈출하지 못하고, 한여름 35℃ 이상되는 더운 기온에 배수로 내에서 죽게 되는 사례가 종종 있게 되므로 이러한 배·용수로를 친환경적인 생태배수로(Eco-channel)로 개선하여야 한다.

인용문헌

- 백남극·심재한, 1999. 뱀(지성사 자연사박물관 ①). 지성사 출판사. 197 pp.
- 심재한, 1996. 계방산 및 울릉도의 생물다양성. 임업연구원 연구자료. 121: 107-154.
- 심재한, 1997a. 생물다양성보존을 위한 강원도 계방산 지역 양서·파충류의 종다양성 및 군집분석에 관한 연구. 환경생태학회지. 11(1): 84-99.
- 심재한, 1997b. 제 2차 자연환경 기초조사 지침서. 환경부. pp. 141-156.
- 심재한, 2001a. 생명을 노래하는 개구리. 다른세상 출판사. 270 pp.
- 심재한, 2001b. 꿈꾸는 푸른생명 거북과 뱀. 다른세상 출판사. 280 pp.
- 심재한, 2001c. 충북 충주 남산 일대의 양서·파충류 생물다양성조사 및 생태연구. 한국자연보존협회 종합학술조사연구보고서. 41: 111-119.
- 심재한·이상철, 2003. 충북 충주 천등산 일대의 양서·파충류 생물다양성 및 생태연구. 한국자연보존연구지(인쇄중).
- 심재한·백남극·양서영, 1997. 오대산 국립공원 일대의 양서·파충류 생물다양성 및 생태연구. 한국자연보존협회종합학술조사 연구보고서. 38: 107-118.
- 심재한·박병상·고선근, 1998. 지리산 국립공원의 양서·파충류 생물다양성조사 및 생태연구. 국립공원관리공단. pp. 290-331.
- 정규희·권순환, 1997. 인제·양양 지역의 양서·파충류. 제 2차 자연환경전국조사, 환경부. 11 pp.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- Margalef, R., 1968. Perspectives in ecological theory. Chicago, University of Chicago Press. 112 pp.
- McNaughton, S. J., 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*, 216: 144-168.
- Patton, D. R., 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem. Timber Press Inc. pp. 118-120.
- Pielou, E. C., 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. *Amur. Nat.*, 100: 463-465.

Pielou, E. C., 1975. Ecological diversity, Wiley, New York, pp. 165.

Row, J. M. and C. B. Yuill, 1997. Landscape-Level Habitat Modeling for Amphibians and Reptiles in West Virginia. West Virginia University, Morgantown, WV 26506(Internet data).

Toft, C. A., 1980. Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey : A comparison of wetter and drier sites. *Oecologia*, 47: 34-38.

요 약

계명산 일대 양서·파충류의 생물다양성 현황과 특성을 조사하여 보전 및 관리방안을 수립하기 위하여 생물다양성 및 생태 연구를 수행하였다.

1. 계명산 일대 6개 조사지점에서 채집 및 관찰된 양서류는 5과 5속 9종 115개체, 파충류는 3과 6속 9종 27개체로, 총 8과 11속 18종 142개체를 확인하였다.

2. 청개구리는 6개 지역에서 공히 발견되는 종이였다(5%). 또한 음개구리는 절골과 어렵교일대에서, 참개구리는 숙소를 제외한 전지역에서, 산개구리는 종민동을 제외한 전지역에서, 무당개구리와 능구렁이는 절골에서만, 줄장지뱀은 금곡제 일대에서만, 대륙유혈목이는 약탈일대에서만 발견되는 종이였다. 양서류 우점종은 청개구리와 도롱뇽으로 23%의 우점도를 나타내었고, 다음은 산개구리로 21%, 그리고 참개구리로 14%의 우점을 나타내었다. 파충류는 아무르장지뱀이 우점을 하였고, 다음은 유혈목이와 누룩뱀이었다.

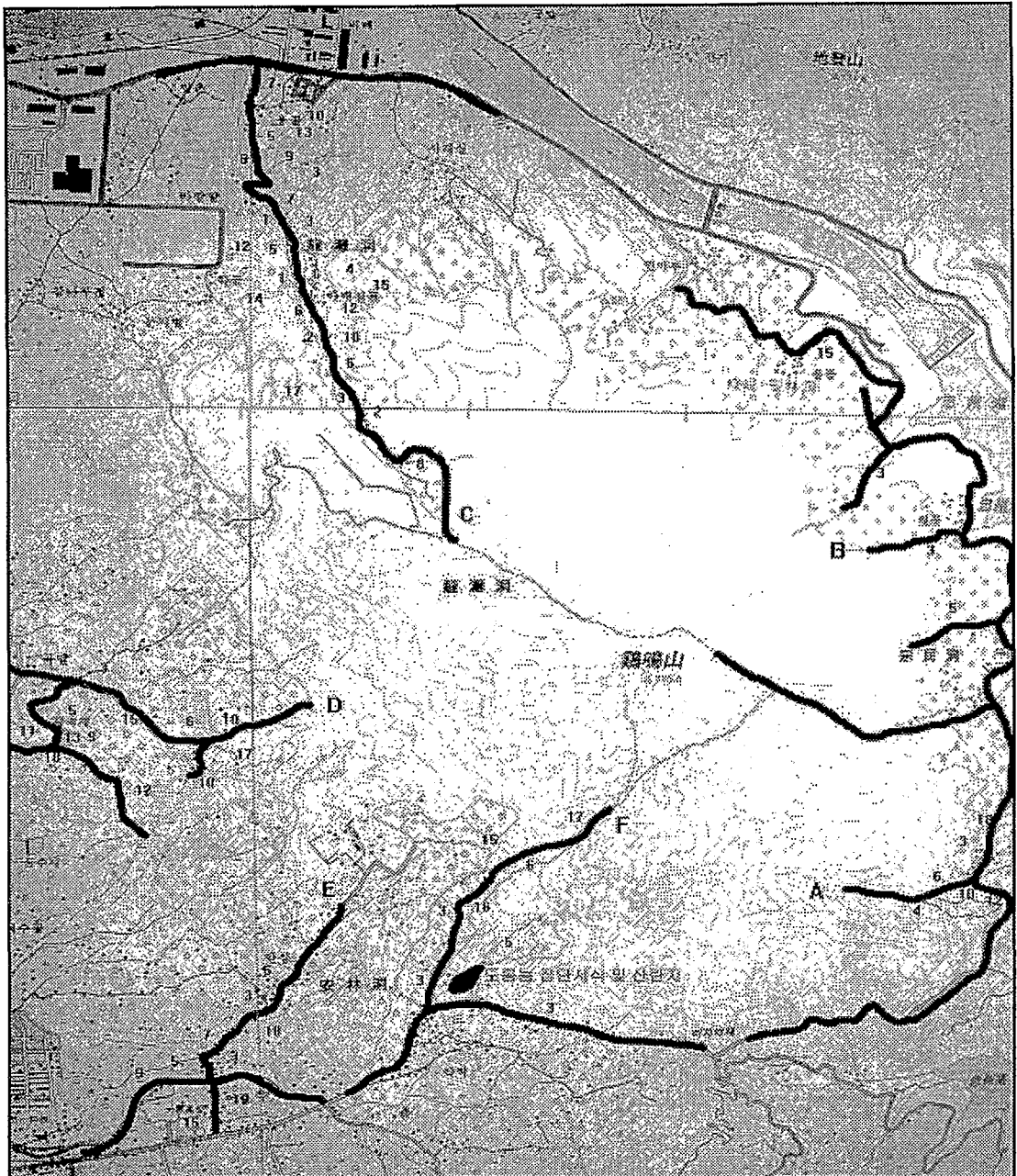
3. 충주 남산과 천등산의 양서·파충류상과 본 조사지역인 계명산을 비교하여 보면 충주에 있어서는 천등산보다는 계명산이 18종으로 2종이 적었으며, 충주 남산과는 동일한 수준이었다. 3개 지역에서 공통으로 확인된 종들은 음개구리, 참개구리, 아무르산개구리, 산개구리, 청개구리, 무당개구리, 도롱뇽, 두꺼비, 아무르장지뱀, 누룩뱀, 무자치, 유혈목이, 능구렁이, 살모사 그리고 쇠살모사 등 15종(68%)이었다. 한편 황소개구리(외래도입종)와 구렁이(멸종위기종)는 남산일대에서, 땀뱀(보호종)은 천등산에서만 발견되는 종이였다.

4. 종풍부도 지수는 $R' = 3.4303$ 으로 충주 천등산과 남산에 비하면 낮았으며, 종다양도 지수도 $D' = 2.3744$ 로 역시 낮게 나타났다. 그러므로 계명산지역의 양서·파충류상과 개체군의 상호작용이 충주지역의 다른 지역보다는 이론적으로 단순하고, 또한 군집의 구성성분이 불안정한 구조를 가지고 있다고 판단된다.

5. 위협도 평가결과 관찰/시도가 100%가 되는 ①(V.A:매우풍부)종은 청개구리 1종(5%)이었고, ②(A.B:풍부)는 아무르장지뱀 1종(5%) 그리고 ③(C.O:혼합)은 음개구리, 아무르산개구리, 도롱뇽, 두꺼비, 누룩뱀, 무자치, 살모사, 쇠살모사 등 8종(44%)를 차지하고 있었다. 한편 계곡산개구리, 무당개구리, 줄장지뱀, 대륙유혈목이, 능구렁이 등 5종은 ⑤(R.A:희소)로 27%를 차지하였다. 상기의 결과를 미루어보아 충주 계명산 일대의 양서·파충류상은 풍부이상(51%)이 10%를 차지하고 있었고, 나머지는 빈약한 정도를 보여주고 있어 개체군의 밀도는 상당히 낮은 것으로 밝혀졌다.

검색어 : 충주 계명산, 양서·파충류상, 생물다양성

■ Appendix : Distribution map of species at the Mt. Gyemyeong Chungju ■



※1:*Hynobius leechii*, 2:*Bombina orientalis*, 3:*Hyla japonica*, 4:*Bufo bufo gargarizans*, 5:*Rana nigromaculata*, 6:*Rana dybowskii*, 7:*Rana rugosa*, 8:*Rana huanrenensis*, 9:*Rana amurensis coreana*, 10:*Takydromus amurensis*, 11:*Takydromus wolteri*, 12:*Elaphe dione*, 13:*Elaphe rufodorsata*, 14:*Dinodon rufozonatus rufozonatus*, 15:*Rhabdophis tigrinus tigrinus*, 16:*Amphiesma vibakari ruthveni*, 17:*Agkistrodon brevicaudus*, 18:*Agkistrodon ussuriensis*.

※Alphabet marks and dark line point to survey site and route.